Rev. Écol. Biol. Sol, 1979, **16** (2) : 181-194.

Sur les rapports entre Microarthropodes et Micromycetes d'un sol forestier

II. — Quelques observations sur les Acariens Gamasides (non Uropodes) et les Collemboles

PAR

J. P. CANCELA da FONSECA *, E. KIFFER **
et Nicole POINSOT-BALAGUER ***

* *CNRS et Laboratoire de Zoologie, ENS Paris. Correspondance : Laboratoire de Biologie végétale et Écologie forestière Route de la Tour Dennecourt, 77300 Fontainebleau, France*

** *Laboratoire de Botanique et de Microbiologie, Université de Nancy 1, Nancy Vandœuvre, France*

*** *Laboratoire de Génétique écologique, Université de Provence, Centre de Saint-Jérôme, rue Henri-Poincaré, 13397 Marseille Cedex 4, France*

INTRODUCTION

Une étude, dont les premiers résultats ont été publiés précédemment (CANCELA DA FONSECA et KIFFER, 1969 ; KIFFER et CANCELA DA FONSECA, 1971), a mis en évidence des rapports entre certains Oribates et les champignons cellulolytiques d'un sol forestier. Ils ont démontré, en particulier, que le développement de l'Oribate *Oppia nova* et celui du champignon imparfait *Oidiodendron echinulatum* présente une corrélation positive significative confirmant l'observation de la prédation du champignon par l'Acarien. Il était intéressant de reprendre ces expériences pour appréhender les rapports éventuels entre, d'une part, les Microarthropodes (Collemboles Isotomides, Acariens) et les champignons cellulolytiques et, d'autre part, les rapports trophiques entre les divers groupes animaux.

Reçu le 7-12-78.

I. — MÉTHODES

Le sol étudié est un sol podzolisé de la chênaie de la forêt de Sénart.

Les méthodes sont celles décrites précédemment par KIFFER et CANCELA (1971). Les champignons (Tab. I) ont été identifiés et étudiés à partir de pièges constitués par du papier filtre (cellulose pure) posés directement sur des prelevats de sol, le tout conservé dans des boites de Pétri. Ces prélevats étaient obtenus à partir d'un échantillon de sol mélangé et homogénéisé en laboratoire. Les Microarthropodes ont été extraits au départ de prélevats de sol non mélangé et de prélevats de sol mélangé, et après, tous les mois, pendant six mois, extraits séparément du papier filtre et du sol conservé dans les boîtes de Pétri.

L'erreur introduite par l'action mécanique de mélanger le sol semble relativement mineure, si l'on considère que ce sont les espèces les moins abondantes au départ que l'on ne retrouve plus dans les boites de Pétri. C'est le cas de quatre espèces sur 22 pour les Oribates (18 %) : *Achipteria coleoptrata, Punctoribates punctum, Oribatula tibialis* et

TAB. I

Champignons : Fréquence en pourcentage (%)

ESPÈCES	I		II		III		IV		V		VI
	TOT	SER	TOT	SER	TOT	SER	TOT	SER	TOT	SER	SER
Chrysosporium pannorum (Link) Hughes.	22,2	16,7	10,0		29,1	33,3	22,2		33,3	33,3	66,7
Oidiodendron echinulatum Barron......	2,8		60,0	50,0	79,1	66,7	88,9	83,3	91,7	83,3	100,0
Penicillium purpurogenum Stoll.......			6,7						8,3	16,7	
Oidiodendron citrinum Barron............			3,3		16,7						16,7
Rhinocladiella elatior Mangenol.........			3,3		4,2		50,0	50,0	25,0		
Cordana pauciseptata Preuss............					16,7		27,8	16,7	25,0	16,7	66,7
Oidiodendron griseum Robak............					4,2	16,7	22,2	33,3			
Chlamydospores noires...............					12,5	16,7	38,9	66,7	8,3	16,7	33,3
Oidiodendron majus Barron............					4,2		5,6				33,3
Oidiodendron rhodogenum Robák.......							5,6	16,7	25,0	16,7	66,7
Myxomycètes........					4,2				8,3		33,3
Actinomycètes.......					4,2						16,7

TOT : Résultat concernant l'observation de l'ensemble des boîtes de Pétri.
SER : Résultats concernant l'observation des boîtes de Pétri éliminées après extractions des Microarthropodes.

Brachychthonius sp. Quelques espèces n'ont pas survécu jusqu'à la fin de l'expérience ou ont apparu sporadiquement dans une ou quelques boîtes à un moment donné. C'est le cas de *Metabelba papillipes* (mois I), *Platynothrus peltifer* (mois II), *Minunthozetes semirufus* (mois III), *Oppia* sp. 02 (mois IV), *Steganacarus magnus* et *Oppia minus* (mois V), *Oppia quadricarinata* (mois III et VI). (Voir liste des espèces en annexe).

Parmi les 20 espèces de Gamasides non Uropodes, six ne se sont pas développées dans les boîtes (30 %) : *Paragamasus fungicola*, *Zercon* sp., *Epicrius* sp., *Holoparasitus* sp., *Veigaia nemorensis* et *Veigaia cerva*. Sont apparus sporadiquement dans les boîtes de Pétri : *Paragamasus* sp. J, *Paragamasus paulonimius*, *Paragamasus* cf. *nemorilegens* et *Pachylaelaps longisetis* (mois I), *Paragamasus lapponicus* (mois I et II), *Gaeolaelaps* gr. *aculifer* (mois IV), *Rhodacarus* sp. J et *Pseudoparasitus dentatus* (mois V), *Haemolaelaps* sp. (mois VI) et *Veigaia serrata* (mois V et VI).

En ce qui concerne les Collemboles, tous les Isotomides et les Poduromorphes identifiés au départ sont apparus dans les boîtes de Pétri. Cependant, quatre y sont apparus irrégulièrement ou sporadiquement : *Proisotoma minuta* (mois I, III et IV), *Isotoma notabilis* et *Isotomiella minor* (mois I) et *Onychiurus* sp. (mois VI). Une espèce sur deux a été obtenue dans les boîtes de Pétri pour les groupes des Sminthurides et des Entomobryens : *Arrhopalites sericus* (mois IV et V) et *Entomobrya* sp. (mois I et III). La seule espèce de Neelide identifiée au départ n'a pas été trouvée dans les boîtes de Pétri.

Remarques.

Ces résultats montrent, d'une part, que si l'erreur introduite en mélangeant et homogénéisant le sol est relativement mineure par rapport à la majorité des espèces principales, ou même par rapport à certaines espèces moins abondantes, elle peut être assez importante pour certains groupements spécifiques (Gamasida). En outre, les conditions d'élevage dans les boîtes de Pétri, que l'on pouvait considérer comme les plus proches du milieu naturel en ce qui concerne le substrat physique, mettent en évidence, par défaut, la diversité des microenvironnements et la spécialisation et la sensibilité de certaines espèces.

D'autre part, ces résultats montrent aussi dans quelle mesure une expérience comme celle qui a été conduite (on élimine à chaque observation une série de boîtes de Pétri) désavantage les espèces peu abondantes. En effet, les espèces apparues sporadiquement au cours ou à la fin de l'expérience sont celles qui n'étaient présentes que dans un nombre assez restreint de boîtes de Pétri.

II. — RÉSULTATS

1. Rapports des Microarthropodes avec les champignons.

L'analyse factorielle (STEAK)[1] confirme qu'il existe une corrélation positive et significative entre l'accroissement de la population de *O. nova* et le développement de *O. echinulatum* et *Rhinocladiella elatior* (Fig. 1). Cette corrélation n'était pas significative en ce qui concernait les deux autres espèces importantes : *Nothrus silvestris* et *Nanhermannia elegantula*. Toutefois, par l'analyse factorielle, on constate que dans l'ensemble (Papier + Sol) *N. silvestris* et *N. elegantula* évoluent dans le même sens que le champignon *O. echinulatum*, tandis que *N. silvestris* évolue aussi dans le même sens que

(1) Méthodes d'analyses : — Analyses multivariables : analyses factorielles des correspondances ANAFAC (BENZECRI J. P. et coll., 1973).
— Analyses des corrélations qualitatives basée sur la précédente, STEAK (ROUX C. et ROUX M., 1975).

FIG. 1. — Rapport entre : (A) l'ensemble des champignons cellulolytiques, *O. echinulatum* et *R. elatior*, et, (B) les Oribates *O. nova* et *N. silvestris*. — Analyse factorielle STEAK.

Cordana pauciseptata et *N. elegantula* dans le même sens que *Chrysosporium pannorum*. La corrélation était négative et presque significative pour la quatrième espèce importante : *Malaconothrus* sp. L'analyse factorielle (STEAK) montre qu'elle est indifférente aux champignons cellulolytiques.

Les quatre espèces qui les suivent par ordre d'importance : *Oppia subpectinata*, *Oppia* sp. 01, *Rhysotritia duplicata* et *Oppia paenectypa* (Tab. III), méritent quelques commentaires. Le développement dans le sol est comparable, avec une augmentation très importante des effectifs les deux derniers mois. Deux espèces sur quatre montrent un développement parallèle sur le papier pour ces mêmes périodes : *O. subpectinata* et *Oppia* sp. 01 tandis que *R. duplicata* est présente en nombre très restreint 4 mois sur 6. *O. paenectypa*, montre une nette tendance à se développer exclusivement dans le sol. L'analyse factorielle (STEAK) fait apparaître une indifférence de cet Oribate par rapport aux champignons.

Parmi les Acariens non Oribates, le seul groupe qui a marqué une attirance nette pour le papier a été celui des Acaridiae, bien que leurs effectifs soient relativement réduits (Tab. II). Cette observation confirme les assertions de WALLWORK (1967) selon lesquelles les Acaridiae sont pour la plupart des microphytophages.

S'alimentant aussi des hyphes des champignons, ainsi que de débris végétaux (WALLWORK, 1967), les Uropodes se sont développés avec une constance et une stabilité remarquables pendant les six mois de l'expérience ; on les a touvés aussi bien dans le papier que dans le sol, malgré la faiblesse de leurs effectifs (Tab. II). L'analyse factorielle (ANAFAC) confirme les rapports entre ces Microarthropodes et les champignons.

Les Gamasides non Uropodes constituent parmi les Acariens le groupe le plus important après les Oribates. Toutefois trois espcèes seulement sont importantes et sont apparues régulièrement tout au long de l'expérience, principalement dans le sol (Tab. III). Ce sont *Asca aphidioides*, *Rhodacarus* gr. *roseus* et *Rhodacarus* gr. *simplex*, dont les effectifs ont visiblement augmenté pour les deux premières et diminué pour la troisième. L'analyse factorielle (STEAK) confirme ces résultats pour l'ensemble (Papier + Sol).

Parmi les Collemboles deux groupes se sont bien développés dans les boîtes de Pétri, principalement dans le sol (Tab. IV) : les Onychiuridae et les Isotomidae. Comme on l'a vu auparavant (op. cit.) les Isotomides sont ici le groupe le plus important en nombre après les Oribates. L'espèce responsable de ce fait est *Folsomia penicula*, *Folsomia quadrioculata* étant environ sept fois moins nombreuse. Ces deux espèces se trouvent aussi dans le papier, avec des effectifs moindres, mais d'une façon régulière. Cependant, aussi bien dans le sol que dans le papier, leurs effectifs se sont maintenus plus ou moins stationnaires tout au long de l'expérience. L'analyse factorielle (STEAK) montre, cependant, que l'évolution des populations de ces deux espèces n'est pas liée au développement des champignons cellulolytiques. On peut dire qu'elles sont indifférents aux champignons cellulolytiques.

Le même phénomène a été observé en ce qui concerne le développement des Onychiuridae dans le sol (Tab. IV). Leurs effectifs sont peu importants. Mis à part *Tullbergia krausbaueri* qui a été récoltée avec une certaine régularité dans le papier, *Tullbergia callipygos* semble principalement inféodée au sol.

TAB. II

Acariens et collemboles : Nombre moyen d'individus par mois

GROUPES	Sol non mélangé*	Sol mélangé	PAPIER						SOL					
			I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
ACARIENS														
ORIBATES	15,8	3,5	2,3	13,3	35,5	21,3	72,5	184,3	12,5	19,7	24,5	43,8	200,8	369,0
GAMASIDES Non Uropodes	8,5	0,7		0,4	9,0		0,9	1,5	3,4	2,6	2,1	11,1	5,3	16,1
UROPODES	1,9	0,3		0,5	0,5	0,5	0,7	0,3	2,0	2,5	1,0	4,2	3,0	3,8
PROSTIGMATES	8,0				0,2		0,8	0,5	0,7	2,2	0,8	2,0	0,3	1,3
ACARIDIAE	0,7	0,7	0,2		0,2	0,5	1,5	1,7	0,3					0,2
SCUTACARIDES	0,1										0,2			
THROMBIDIONS	0,1								0,2					
COLLEMBOLES														
ISOTOMIDES	11,8	2,6	0,5	1,5	10,3	2,2	2,4	3,0	14,2	34,9	32,2	46,1	26,9	40,0
PODUROMORPHES	1,5	2,1		0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,5	3,4	4,0	1,2	0,8	4,7
SMINTHURIDES	0,1						11,5					0,3	16,8	
ENTOMOBRYENS	1,1				0,3				0,2					
NEELIDES	0,6													

* Moyennes de 10 prélèvements. Autres : Moyennes de 6 boîtes de Pétri.

OBS. : Beaucoup de nombres moyens d'individus pour les groupes autres que les Oribates sont différents de ceux donnés dans le travail précédent (KIFFER et CANCELA DA FONSECA, 1971). Cela est dû aux corrections introduites au moment de l'identification des espèces.

TAB. III

Espèces : Nombre moyen d'individus par mois

GROUPES	Sol non mélangé*	Sol mélangé	PAPIER I	PAPIER II	PAPIER III	PAPIER IV	PAPIER V	PAPIER VI	SOL I	SOL II	SOL III	SOL IV	SOL V	SOL VI
ACARIENS ORIBATES														
Oppia nova (Oudemans)........	4,3	0,3	0,5	9,0	16,7	9,5	40,3	138,5	1,4	8,8	10,3	15,2	111,7	249,0
Nanhermannia elegantula Berlese.	0,2	0,3	0,2	1,0	7,7	4,3	7,9	21,5	0,2		0,2	0,9	7,8	8,0
Nothrus silvestris Nicolet........	0,7	0,2		0,8	2,6	2,9	15,1	13,1	3,7	1,8	4,7	13,5	39,0	57,0
Malaconothrus sp..............	0,3	0,2		0,8	5,2	3,0	6,2	4,2	1,0	0,3	1,0	4,7	10,7	26,0
Oppia subpectinata (Oudemans)..	1,2	0,3	0,2	0,3	1,7		0,7	4,2	1,5	4,7	2,3	1,2	1,5	13,5
Oppia sp. O1................	0,5	-			0,3		1,0	1,8		0,3	0,3	0,5	11,7	3,7
Rhysotritia duplicata (Grandjean).	0,2	0,2			0,2	0,5	0,3	0,7	0,3	0,8	0,8	2,2	2,2	3,0
Oppia paeneclypa Cancela......					0,2	0,2			1,2	0,7	3,5	2,0	5,3	2,5
ACARIENS GAMASIDES. Non Uropodes..................														
Asca aphidioides (Linné)........	0,2				9,0			1,3			0,7	0,2	1,3	5,0
Rhodacarus groupe *roseus* (Oudemans).....................	6,7	0,3					0,7		1,3	0,8	1,0	3,5	0,8	9,8
Rhodacarus groupe *simplex* Sheals.....................	0,1	0,2							0,8	1,5	0,2	5,5	1,5	0,3

* Moyennes de 10 prélèvements. Autres : Moyennes de 6 boites de Pétri.

TAB. IV

Espèces : Nombre moyen d'individus par mois

ESPÈCES	Sol non mélangé	Sol mélangé*	PAPIER						SOL					
			I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
COLLEMBOLES ISOTOMIDES														
Folsomia penicula Bagnall.......	9,4	2,3		1,3	8,8	1,2	1,7	2,8	11,3	0,7	28,5	38,3	23,2	37,7
Folsomia quadrioculata (Tullberg).	0,7	0,3	0,5	0,2	1,3	0,5	0,7	0,2	2,0	4,2	3,7	7,5	3,7	2,3
COLLEMBOLES PODUROMORPHES														
Tullbergia krausbaueri Börner....	1,0	1,3		0,2		0,5	0,2	0,2	0,3	2,7	3,3	0,7	0,3	2,3
Tullbergia callipygos (Börner)....	0,2	0,8				0,5			0,2	0,7	0,7	0,5	0,5	1,2
COLLEMBOLES SMINTHURIDES														
Arrhopalites sericus Gisin........							11,5					0,3	16,8	

* Moyennes de 10 prélèvements. Autres : Moyennes de 6 boîtes de Pétri.

2. Rapports entre Acariens prédateurs et autres Microarthropodes.

L'analyse factorielle (ANAFAC) montre un « certain regoupement » entre les Gamasides, les Isotomides et les Onychiuridae. En ce qui concerne les Oribates on ne peut mettre en évidence aucune corrélation. L'analyse factorielle (STEAK) met en évidence (Fig. 2) une seule corrélation positive qualitative entre *R.* gr. *roseus* et *F. penicula* dans le sol.

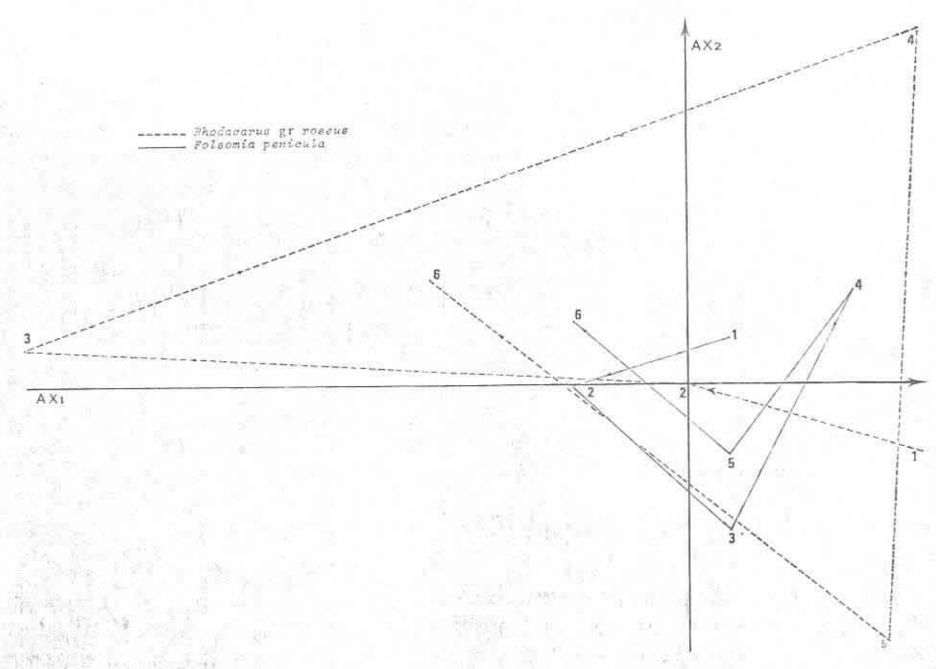


FIG. 2. — Rapport entre le Gamasida *R.* gr *roseus* et le Collembole *F. penicula.*

III. — DISCUSSION

Diverses études sur le comportement alimentaire des Collemboles ont été faites. En ce qui concerne les jeunes à mâchoires broyeuses, les résultats sont contradictoires. Comme le constate PETERSEN (1971) : « Our content examinations have nearly all led to the conclusion that Collembola are more or less nondiscriminating feeders. Many laboratory experiments, however, suggest a certain degree of species specific food preference ». En particulier les champignons et les actinomycètes représentent une nourriture intéressante que TÖRNE (1967) a expérimentée sur quelques espèces. Il a montré que la dynamique des populations de 4 espèces de Collemboles est réglée en partie par l'ingestion de certaines espèces d'*Actinomyces*. Quant à MAC MILLAN (1975 et 1976) il note que, s'il paraît évident que dans la nature les Collemboles ont des préférences alimentaires, en laboratoire les résultats ne sont

pas concluants... « Leurs contenus stomacaux représent une sélection au hasard des composants de leur environnement ».

En ce qui concerne les Oribates, KIFFER et CANCELA (1971) font remarquer que l'on ne possède que des informations fragmentaires sur leur nutrition. PANDE et BERTHET (1973) ont essayé de montrer l'importance des Oribates dans le processus de décomposition de la matière organique. Il apparaît difficile de déterminer l'influence exacte de chaque espèce dont la nourriture est extrêmement variable, ce qui avait abouti à un essai de classification (LUXTON, 1972) : macrophytophages, panphytophages, microphytophages par exemple à partir des enzymes carbohydrases des Oribates. D'autres travaux montrent que les champignons pigmentés sont préférés aux champignons hyalins par de nombreux invertébrés.

En fait, peu d'études ont pu mettre en évidence une spécificité dans la nourriture, sauf peut-être les recherches de MIGNOLET (1971). Cet auteur qui mis en évidence l'existence d'un choix et d'une spécificité dans l'alimentation fongique des espèces *Damaeus onustus* et *Euzetes globulus*. Spécificité semblable a été démontrée par REISINGER (1972) pour l'Acaridiae *Tyrophagus putrescenciae* qui s'alimente de préférence aux dépens des parties jeunes, peu mélanisées, de la Dématiée *Dendryphiella vinosa*. Ainsi, dans les cultures de ce champignon, l'activité trophique de l'acarien favorise la présence de ce type d'aliment, en provoquant des repousses hyphales et des germinations de spores. La flore intestinale participe activement à la décomposition du matériel fongique, qui se poursuit dans les déjections. Il est probable que dans le cas des Oribates des phénomènes du même type aient lieu. TADROS (1975), après une étude sur quatre espèces d'Oribates mangeurs de champignons, conclut qu'il n'y a pas de rapport significatif entre espèces de champignons dominants et Oribates dominants.

Dans le cas qui nous intéresse, mis à part l'espèce *O. nova* pour laquelle par observation directe et par analyse statistique, on a démontré l'existence de rapports trophiques avec les champignons cellulolytiques, et en particulier, *O. echinulatum*, différentes espèces semblent s'intéresser aux microorganismes s'attaquant au papier filtre (cellulose pure). Parmi elles, d'autres Acariens Oribates, dont *N. elegantula*, *N. silvestris*, *O. subpectinata*, et *R. duplicata*, des Acaridiae, des Uropodes et des Collemboles, dont l'Isotomide *F. penicula*.

En ce qui concerne les rapports entre les Acariens et les Collemboles, certains auteurs comme WALLWORK (1967, 1970) considèrent les Gamasides non Uropodes comme des prédateurs de Collemboles. Bien que défendant cette opinion CHRISTIANSEN (1964) n'a aucune preuve à fournir en ce qui concerne les Rhodacarides (typiquement terricoles). Par contre, KARG (1961) a montré que *Rhodacarus roseus* est un prédateur de *Folsomia fimetaria*, ce qui semble bien le cas ici en ce qui concerne *R.* gr. *roseus* et *F. penicula* et ce qui rejoint les constatations d'EDWARDS (1967 et 1973) : l'épandage de produits pesticides rompt l'équilibre entre les espèces des groupes Isotomides et Rhodacarides. Les Acariens, prédateurs plus sensibles sont détruits plus facilement que les Collemboles. Il est connu que les Gamasides sont des prédateurs d'Oribates (particulièrement des immatures). KARG (1961) a en effet observé, que *Rhodacarus roseus*, outre *F. fimetaria*, se nourrit aussi d'un autre Collembole comme *T. krausbaueri*, de Nématodes, d'Acaridiae *(Tyro-*

phagus) et de Nymphes d'Oribates (dont *Oppia nova*). En ce qui nous concerne la pression de prédation des Gamasides sur les Oribates n'a pu être observée, peut-être est-ce dû à une observation trop courte, les champignons n'ayant pas complètement envahi le papier.

REMERCIEMENTS

Les Acariens Gamasides ont été identifiés par Mme C. ATHIAS-HENRIOT. Nous la remercions vivement.

RÉSUMÉ

Dans ce travail on fait part de quelques observations sur les rapports entre les Microarthropodes et les Micromycètes d'un sol forestier. Outre, *Oppia nova* (Oudemans), pour laquelle on avait établi des rapports trophiques directs avec les champignons cellulolytiques, en particulier *Oidiodendron echinulatum* Barron, d'autres espèces ou groupes taxonomiques semblent se développer en rapport avec les champignons ou microorganismes cellulolytiques : les Acariens Oribates *Nanhermannia elegantula* Berlese, *Nothrus silvestris* Nicolet, *Oppia subpectinata* (Oudemans) et *Rhizotritia duplicata* (Grandjean), des Acaridiae, des Uropodes et des Collemboles dont l'Isotomide *Folsomia penicula* Bagnal. Il semble y avoir un rapport trophique entre *Rhodacarus* sp. gr. *roseus* Oudemans et *Folsomia penicula* Bagnall.

SUMMARY

In this paper, some observations are made on the relationships between the Microarthropods and the fungi of a forest soil. Beside *Oppia nova* (Oudemans), for which direct trophic relationships were established with cellulolytic fungi, in particular *Oidiodendron echinulatum* Barron, other species or taxonomic groups seem to develop themselves in relation with these fungi or microorganisms : the Oribatid Mites *Nanhermannia elegantula* Berlese, *Nothrus silvestris* Nicolet, *Oppia subpectinata* (Oudemans), et *Rhizotritia duplicata* (Grandjean), and some Acaridiae, Uropoda and Collembola, mainly the Isotomidae *Folsomia penicula* Bagnall. It seems that a trophic relationship exists between *Rhodacarus* sp. gr. *roseus* Oudemans and *Folsomia penicula* Bagnall.

ANNEXE

Liste des espèces identifiées

ACARIENS ORIBATES :

Oppia nova (Oudemans)
Nanhermannia elegantula Berlese, sensu Willmann
Nothrus silvestris Nicolet
Malaconothrus sp.
Oppia subpectinata (Oudemans)
Oppia sp. 01

Rhysotritia duplicata (Grandjean)
Oppia paenectypa Cancela
Suctobelba spp.
Oppia obsoleta (Paoli)
Cultroribula sp.
Oppia spp.
Xenillus tegeocranus (Hermann)
Oppia quadricarinata (Michael)
Oppia minus (Paoli)
Steganacarus magnus (Nicolet)
Oppia sp. 02
Minunthozetes semirufus (C. L. Koch)
Platynothrus peltifer (C. L. Koch)
Achipteria coleoptrata (Linné)
Punctoribates punctum (C. L. Koch)
Oribatula tibialis (Nicolet)
Brachychthonius sp.

ACARIENS GAMASIDES (Non Uropodes) :

Rhodacarus sp. (groupe *roseus* Oudemans)
Rhodacarus sp. (groupe *simplex* Sheals)
Asca aphidioides (Linné)
Paragamasus cambriensis (Bhattacharyya)
Veigaia serrata Willmann
Haemolaelaps sp.
Rhodacarus sp. J
Pseudoparasitus dentatus
Gaeolaelaps sp. (groupe *aculeifer* Canestrini)
Paragamasus lapponicus Trägårdh)
Paragamasus sp. J
Paragamasus paulonimius (Athias-Henriot)
Paragamasus cf. *nemorilegens* (Athias-Henriot)
Pachylaelaps longisetis (Halbert)
Paragamasus jungicola (Athias-Henriot)
Zercon sp.
Epicrius sp.
Holoparasitus sp.
Veigaia nemorensis (C. L. Koch)
Veigaia cerva (Kramer)

COLLEMBOLES ISOTOMIDES :

Folsomia penicula Bagnall
Folsomia quadrioculata (Tullberg)
Proisotoma minuta (Tullberg)
Isotoma notabilis Schäffer
Isotomiella minor (Schäffer)

COLLEMBOLES PODUROMORPHES :

Tullbergia krausbaueri (Börner)
Tullbergia callipygos Börner
Onychiurus sp.
Tullbergia sp.

COLLEMBOLES ENTOMOBRYENS :

Lepidocyrtus lanuginosus (Gmelin) (?)
Entomobrya sp.

COLLEMBOLES SMINTHURIDES :

Arrhopalites sericus Gisin
Sminthurinus elegans (Fitch)

COLLEMBOLES NEELIDES :

Megalothorax minimus Willem

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON (J. M.), HEALEY (I. N.), 1972. — Seasonal and inter-specific variation in major components of the gut contents of some woodland Collembola. *J. anim. Ecol.*, **41**: 359-368.

BENZECRI (J. P.) et coll., 1973. — L'analyse des données. 1. La taxinomie - 2. L'analyse des correspondances : 1 : 615 p. ; 2 : 619 p., Paris, Dunod ed.

CANCELA DA FONSECA (J. P.) et KIFFER (E.), 1969. — A propos des rapports entre certaines espèces d'Acariens Oribates et certaines espèces de champignons existant dans un même sol. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **269**: 386-389.

CHRISTEN (A. A.), 1975. — Some fungi associated with Collembola. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **12**: 723-728.

CHRISTIANSEN (K.), 1964. — Bionomics of Collembola. *Annu. Rev. Ent.*, **9**: 147-178.

EDWARDS (C. A.), 1973. — Environmental pollution by pesticides. 542 p., London, Plenum Press.

EDWARDS (C. A.), DENNIS (E. B.), EMPSON (D. W.), 1967. — Pesticides and the soil fauna : effects of aldrin and DDT in an arable field. *Ann. appl. Biol.*, **40**: 11-22.

KARG (W.), 1961. — Ökologische Untersuchungen von edaphischen Gamasiden (Acarina, Parasitiformes). *Pedobiologia*, **1**: 77-98.

KIFFER (E.) et CANCELA DA FONSECA (J. P.), 1971. — Sur les rapports entre Microarthropodes et Micromycètes d'un sol forestier. *Zb. Bakteriol.*, **126**: 510-520.

LUXTON (M.), 1972. — Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. *Pedologia*, **12**: 434-463.

Mc MILLAN (J. H.), 1975. — Interspecific and seasonal analyses of the gut contents of three Collembola (Family onichiuridae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **12**: 449-457.

Mc MILLAN (J. H.), 1976. — Laboratory observations on the food preference of *Onychiurus armatus* (Tullb.) Gisin (Collembola, Family Onychiuridae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **13**: 353-364.

MIGNOLET (R.), 1971. — Étude des relations entre la flore fongique et quelques espèces d'oribates (Acari.) IV Colloquium pedobiologia Dijon 14/19 - IX - 1970 Inst. Nation. Rech. Agr., *Ann. Zool. Ecol. animale* INRA Publ. 71-7 Paris, 155-164.

MILLS (J. T.), SINHA (R. N.), 1971. — Interactions between a springtail. *Hypogastrura tulbergi*, and a soil borne Fungi. *J. Econ. Ent.*, **64**: 398-401.

MITCHELL (M. J.), PARKINSON (D.), 1971. — Fungal feeding of oribatid mites (Acari : Cryptostigmata) in an aspen woodland in soil. *Ecology*, **57**: 302-12.

PANDE (Y. D.), BERTHET (P.), 1973. — Studies on the food and feeding habits of soil Oribatei in a black pine plantation. *Oecologia* (Berl.), **12**: 413-426.

PETERSEN (H.), 1971. — Collembolernes er noeringsbiologi og dennes økologiscke betydning. *Ent. Medd.*, **39**: 91-118.

REISINGER (O.), 1972. — Contribution à l'étude ultrastructurale de l'appareil sporifère chez quelques hyphomycètes à paroi mélanisée. Genèse, modification et décomposition. - 192 p. - pl. - Thèse de Docteur ès Sciences Naturelles, Université de Nancy.

ROUX (C.) et ROUX (M.), 1975. — Programme STEAK pour rendre homogène un tableau de données quelconques et en faire l'analyse factorielle des correspondances. 48 p. Lab. Biométrie CNRZ Jouy-en-Josas et Lab. statistique Math., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.

TADROS (M. S.), 1975. — The correlation between the occurence of both soil mites (Oribatei) and soil fungi in Qualubia governorate. *Vestn. Cesk. Spol. zool.*, **39**: 293-296.

TÖRNE (E. von), 1966. — Ergänzende Bemerkungen zur Ansucht von kleinen Bodentieren und zur Massenzucht von Collembolen. *Pedologia*, **6**: 288-292.

WALLWORK (J. A.), 1967. — Acari. - In : A. Burges and F. Raw, eds., *Soil Biology*, pp. 363-395 - London, Academic Press.

WALLWORK (J. A.), 1970. — *Ecology of soil animals* - XIV + 283 p. - London, Mc Graw-Hill.